

NASA Langley Simulation Systems Branch

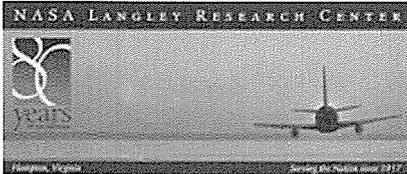
윤 석 준*

〈 목 차 〉

I. 개 요

II. 주요 설비들의 기능과 목표

I. 개 요



NASA Langley 연구소는 미국 Virginia 주의 Hampton에 자리하고 있다. NASA의 여러 연구소들과 마찬가지로 항공우주분야의 선도적인 역할을 담당하고 있는 당 연구소는 특히 항공기의 비행시뮬레이션 분야에

서 NASA의 타 연구소들에 비하여 집중적인 투자를 하여 왔다. 다음은 당 연구소 Simulation Systems Branch(SSB)의 기능과 설비에 대한 설명이다.



LaRC(Langley Research Center)의 SSB 설비는 다음과 같이 9개의 시뮬레이터들로 구성된다.

- Advanced Civil Transport Simulator (ACTS)
- Cockpit Motion Facility (CMF)

* 세종대학교 기계항공우주공학부 교수

- DC-9 Simulator (DC-9)
- Differential Maneuvering Simulator (DMS)
- General Aviation Simulator (GAS)
- General Purpose Fighter Simulator (GPFS)
- Mission Oriented Terminal Area Simulator (MOTAS)
- Transport Systems Research Vehicle (TSRV)
- Visual Motion Simulator (VMS)

II. 주요 설비들의 기능과 목표

가. Advanced Civil Transport Simulator (ACTS)



〈그림 1〉 Advanced Civil Transport Simulator 내부

1996년 11월에 해체된 ACTS는 초 현대식 항공기 조종석 시뮬레이터로서 미래의 수송기 비행장과 승무원에 영향을 미칠 연구 과제들을 수행하기 위한 모든 기능과 환경을 제공하도록 설계되었다. ACTS의 목표는 정보 유용성 개선을 통한 조종사의 상황 판단력 향상, 신호의 유실과 데이터의 판단 실수 등의

가능성 축소를 위한 해석의 편이성 개선 등이다.

시뮬레이터의 5개 13 inch CRT는 논리적으로 또 용이하게 볼 수 있는 형식으로 비행정보를 표시하도록 설계되었다. 2개의 Touch Screen방식의 평면 칼라 Control Display Units (CDU)는 비행매개변수, 비행계획, 비행컴퓨터, 항공기 위치 등을 관찰하고 수정할 수 있는 기능을 제공한다. 3개의 시현장치(Visual Display Units)는 Computer Generated Image(CGI)를 통하여 창밖시계를 제공하며, Collimated 방식을 채택하고 있다.

주요 연구목표는 비행 승무원들 사이의 정보 전달 필요성에 대한 평가, 전천후

비행을 위한 고급 조종장치 및 디스플레이 사용에 대한 연구, 승무원의 판단을 지원키 위한 컴퓨터 사용의 탐구, 다양한 단계의 자동화와 조종석 계기 및 장비 배치에 따른 시각적 주사(scanning)와 팔 동작 범위에 대한 연구 등이다.

기능

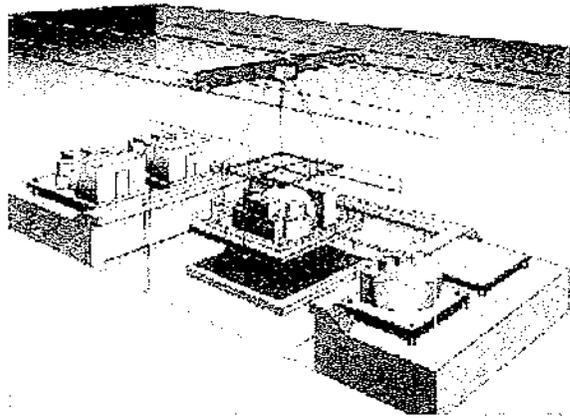
- 고급 자동화 개념을 탐구하기 위한 시험대

주요 응용 연구

- 과제명: Graphical Control Display Unit (GCDU)
- 현대의 수송기에 장착된 CDU(Control Display Unit)는 조종사의 Flight Management System (FMS)과의 입출력 인터페이스로 사용된다. Graphical CDU 시험은 FMS 인터페이스에 대한 평가로 사용되어 조종사의 시스템과 비행경로 상황에 대한 이해 개선과 입력 과실 축소에 방향을 맞춘다.
- 목표:
 - △향상된 성능과 단순화된 인터페이스 디자인으로 운항사의 훈련 요구사항 축소와 조종사의 능률 개선
 - △FMS에서 산출된 정보에 대한 조종사의 이해력 평가
 - △조종사 입력 데이터에 대한 과실율과 소요 시간 평가
 - △조종석 환경 내에서의 GUI(graphical user-interface) 기술 유효성 입증

나. Cockpit Motion Facility (CMF)

CMF는 운동판(Motion Base System)을 교체 장착할 수 있는 비행시뮬레이션 연구 시설로서 운동감이 중요한 다수의 우주 비행선들에 관한 연구 활동을 지원한다. CMF 빌딩에는 4개의 고정축 시뮬레이터들의 운용을 위한 자리와 조종석이 탑재된 운동판 시스템을 수용하고 운용할 수 있는 공



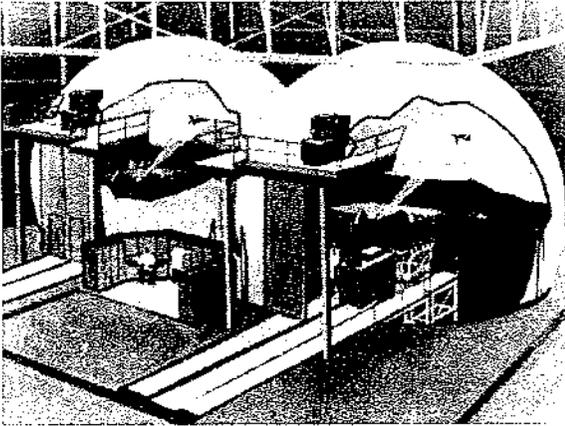
〈그림 2〉 Cockpit Motion Facility

간이 포함된다. 또한, 낱 설비에는 조종석들을 고정축 위치에서 운동판으로 교체하기 위한 천장의 Bridge Crane과 설비의 운용을 지원하기 위한 각종 기능들을 위한 공간(조종석/운동판 조종실, 유압펌프실, 기계실, 작업실 등)이 포함된다.

운동판은 6자유도 상호(Synergistic) 방식으로 6개의 동일한 76 inch 선형 구동장치(Actuator)가 대칭6각(Symmetrical Hexapod) 형상으로 연결되어 있다. 운동판은 높은 응답특성과 향상된 매끄러움 효과의 특성을 가지며, 생성되는 운동감의 사실성을 높이기 위하여 고급 Washout 기술들을 사용한다. 최대 탑재중량은 9,091 Kg (20,000 lbs)이다.

CMF의 각 조종석은 운동판을 장착하거나 독립적으로도 운용가능하며, 비행, 항법, 통신 계기와 장비, 조종장치, 창밖시계용 영상장치 등을 포함하는 비행조종석과 2명의 참관인과 전자장비 등을 수용하기 위한 후미부로 구성된다.

다. Differential Maneuvering Simulator (DMS)



〈그림 3〉 Differential Maneuvering Simulator

DMS는 차동기동모드(Differential Maneuvering Mode: 각 조종사의 상대적 기동) 하에서 운용되는 2대의 항공기를 시뮬레이션 하며, 2명의 조종사 각각에게 실제의 조종석 환경과 광각의 창밖시계(Wide-Angle External Visual Scene)를 제공한다.

DMS는 40 ft 직경의 구형 돔(Dome) 2개로 구성된다. 각 돔은 동일한 고정축 조종석과 투영 시스템(Projection System)을 포함하며, 각 투영 시스템은 실감나는 지형풍경을 제공하는 2대의 지형 프로젝터, 1대의 목표물 생성장치 및 프로젝터, 1대의 레이저(Laser) 방식 목표물 프로젝터, 1대의 AoI(Area of Interest) 프로젝터 등으로 구성되어 돔의 내벽에 투사한다. 지형풍경은 1대의 CGI(Computer Generated Image) 시스템으로 생성되어 6자유도 비행 기동의 모든 영역에서 시각적 기준을 제공한다.

각 조종석은 칼라 그래픽스 방식의 전자 디스플레이, 스틱 (Stick), 페달(Pedal), 스로틀 (Throttle) 등의 표준 조종장치, 모의 생성된 엔진과 바람의 소음, 조종석의 진동 등을 제공하여 사실감을 더한다. 또한, g-suit과 g-seat 압력계통이 적용되어 조종사가 비행기 동 중에 감지하는 중력감을 시뮬레이션 한다. 한 쌍의 시뮬



〈그림 4〉 DMS의 내부

레이터들은 필요시 제 3의 둘 시뮬레이터(General Purpose Fighter Simulator)에 연결되어 3대의 항공기의 상대적 기동을 구현할 수도 있다.

기능

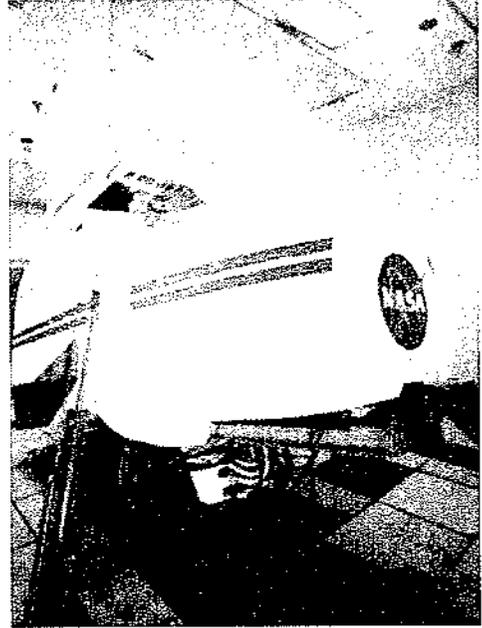
- 대폭 확장된 비행선도 상에서 고도의 기민한 기동이 가능한 항공기에 대한 연구
- 사실적인 광각 시계의 기동 환경 제공과 고양각(High-Angle-of-Attack) 연구를 위한 기동 조건의 반복 허용
- 조종사의 시계, 비행장비의 디스플레이, 조종장치에 대한 조타반력장치 등의 면에서 사실적인 조종석 환경의 제공.

주요 응용 연구

- 과제명: High-Angle-of-Attack Research Vehicle (HARV)
- 상당 수준으로 개조된 F-18 전투기의 시뮬레이션으로 고급제어기술 연구의 시험대로 사용되며, 고양각 비행에 초점이 맞추어져 있다.
- 목표
 - △안정성과 기동성에 미치는 고급제어개념의 효과에 대한 평가
 - △고급제어제통의 설계기준 개발
 - △고양각 기동을 효과적으로 활용하기 위한 비행제어법칙의 개발
 - △고양각 비행을 위한 조종계통 설계 방법의 개량
 - △동체와 엔진 개선 효과에 대한 평가

라. General Aviation Simulator (GAS)

GAS는 3자유도의 운동판 위에 탑재된 General-Aviation 항공기 조종석으로 구성된다. 조종석은 쌍발 엔진과 프로펠러 구동방식의 General-Aviation 항공기 조종석의 복제로서 비행, 항법, 통신 계기 및 장비, 스위치, 조종계통 등을 완벽하게 재현한다. 프로그램이 가능한 조타반력은 2축 조종장치에 의하여 제공되는데, 이 조종장치는 조종사의 왼쪽, 중앙, 오른쪽 어디에든 장착할 수 있는 2축 Side-Stick 조종장치로 대체될 수 있다. 가변 조타반력은 러더 페달(Rudder Pedal)에 대하여도 제공된다. 조종사의 계기판은 다양한 CRT 디스플레이들과 통상적인 장비들로 구성되어 Cessna 172, Cherokee 180, Cessna 402B 등과 같은 항공기들을 나타낸다. Collimated 영상장치는 수평으로 60도의 창밖시계를 칼라로 시현하며, 지형모델 보드 시스템과 컴퓨터 그래픽스 시스템 모두에서 입력을 받아들인다. 비행운동은 Convex C3840 슈퍼컴퓨터에 의하여 실시간으로 시뮬레이션된다.



〈그림 5〉 General Aviation Simulator

기능

- General Aviation(GA) 항공기 조종에 매우 중요한 운동감을 조종사가 경험할 수 있도록 하는 사실적인 비행환경의 제공

주요 응용 연구

- 다양한 단계의 데이터 링크가 GA SPIFR(Single-Pilot Instrument Flight Rules) 운용에 미치는 영향에 대한 평가
- 쌍발 엔진의 GA 항공기가 한 개의 엔진이 꺼졌을 경우 정상 비행으로 회복하는

데 부딪히는 비행조종문제에 대한 탐구

- Easy Fly(EASILY)는 Decoupled Flight Vector Control System으로 승차감 유연화 시스템 (Ride-Smoothing System), 실속 방지 시스템(Stall Deterrent System), 엔진 꺼짐 평형 시스템 (Engine-Out Trim System) 등과 통합된다. EASILY는 현존의 GA Autopilot과 Autothrottle 기술 등에서 찾아 볼 수 있는 특징들을 용이하게 사용할 수 있도록 결합하고 있다. 이 시스템은 전문 조종사들에게나 비전문 조종사들 모두에게 매우 도움이 되는데, 양호한 시계하에서의 Visual Flight Rules (VFR) 비행이나, 악성 시계시 Instrument Flight Rules (IFR) 비행 모두에서 현저하게 조종사의 작업량을 감소시키는 것으로 밝혀졌다.

마. General Purpose Fighter Simulator (GPFS)

GPFS는 단좌 전투기의 고정축 시뮬레이터이다. 시스템은 직경 20 ft의 구형 돔 내에 조종석으로 이루어진다. 조종석은 조종사에게 표준 전투기의 계기판, 단일 또는 이중 스로틀(Throttle), 피치(Pitch)와 롤(Roll)에 대한 프로그램식 조타반력, 러더(Rudder)에 대한 스프링 방식 조타반력 등을 제공한다. 계기판은 2개의 14 inch CRT 디스플레이로 구성된다. 돔 프로젝션 시스템은 1대의 수평선 프로젝터와 2대의 목표물 프로젝터로 이루어지며, 이 목표 항공기들은 앞서 언급한 바 있는 Differential Maneuvering Simulator(DMS)의 조종사들에 의하여 조종된다. Heads-Up Display (HUD)도 이용 가능하다.

주요 응용 연구

- Remote Piloted Vehicle의 낙하모델 연구
- Interactive Air Combat Simulation (2 대 1)

바. Mission Oriented Terminal Area Simulator(MOTAS)

MOTAS 설비는 비행관리(Flight Management)와 비행운용(Flight Operations) 등에 관한 연구를 수행할 수 있는 현실감 높은 비행환경을 제공한다. 주요 구성요소로는 공항터미널 환경모드(Airport Terminal Area Environment Mode), 여러 대의 항공기 시뮬레이터, , 사실적인 항공-지상 통신망 등이 포함된다. 여기서 공항터미널 지역은 오늘날의 Denver Stapleton 국제공항과 주변 지역을 나타내며, 고급 자동 항공교통관제(ATC: Air Traffic Control) 시스템이나

Vectoring ATC 시스템을 사용한다.

MOTAS 설비는 여러 대의 항공기 시뮬레이터와 공항 터미널 주변에서 비행기들을 날릴 모의조종스테이션(Pseudo Pilot Stations)들을 사용한다. 98년 7월 현재 다양한 시뮬레이터들을 운용하고 있는데, 비행 승무원들이 공항터미널 주변을 실제적인 임무 수행으로 비행할 수 있도록 한다. 공항터미널에서 비행하는 나머지 항공기들은 모의조종스테이션을 통하여 구현한다. 이 스테이션들의 운용자는 동시에 5~8대의 항공기들을 조종할 수 있으며 비행속도, 고도, 방향 등을 변경할 수 있다. 당 설비의 나머지 주요 구성 요소인 ATC 시스템은 2개의 착륙섹터(Arrival Sectors), 1개의 최종진입섹터(Final Approach Sector), 1개의 관제탑(Tower) 또는 이륙섹터(Departure Sector) 등을 관제하고 디스플레이 하도록 구성되어 있다.

기능

- 공항터미널 지역 주변의 공중, 지상, 통신 등의 환경에 대한 유연하고 실제적인 시뮬레이션 제공
- 실제의 세계에서는 안전성, 경제성, 반복성 등의 이유로 불가능한 다양한 연구 과제들을 지원하기 위하여 재구성의 유연성 제공

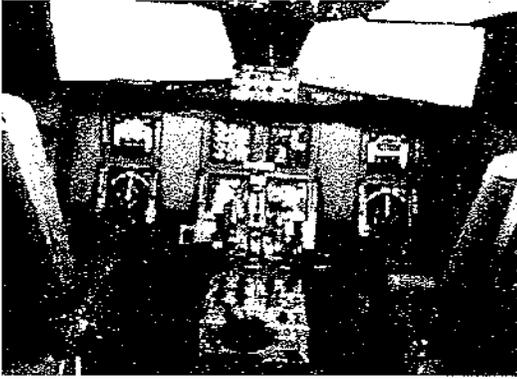
주요 응용 연구

- 항공기/ATC 데이터 링크를 통한 메시지 전달시 관제사의 고려사항에 관한 연구

사. Transport Systems Research Vehicle(TSRV)

1996년 10월 TSRV 시뮬레이터는 해체되어 그 기능이 Research Flight Deck Simulator로 이관되었다. TSRV와 그 시뮬레이터는 터미널생산성(TAP: Terminal Area Productivity) 프로그램의 기본 연구 툴이다. TAP 프로그램의 목표는 현대 항공기의 운용능력을 향상시켜 진화하는 미국 국립항공체계(National Airspace System)에 통합시키는 것이다.

TSRV는 Boeing 737과 연구용 등 2대의 Flight Deck으로 구성된다. Boeing 737 Flight Deck은 운용 지원과 안전 백업(Backup)을 담당하며, 항공기 캐빈에 위치한 연구용 Flight Deck은 디스플레이, 내용, 기내 운용 등에서의 기술혁신을 탐구하는데 사용되어 TAP 연구프로그램을 지원한다. 성공적인 시뮬레이션 연구



〈그림 6〉 TSRV 시뮬레이터의 조종석

결과는 실제 비행시험 연구의 주제가 되며, 시뮬레이터는 실제적인 ATC 설비와 맞물려 시스템 차원의 연구 환경을 제공한다.

기능

- 유도제어 알고리즘, 디스플레이, 운용절차, 인간/기계 인터페이스 등에 관련하여 제안된 신 개념들에 대한 완전한 평가

- 낮과 밤 그리고 모든 기상 효과 등을 포함하는 현실감 있는 풍경 시현
- 1990년대의 수송기에서 이용 가능한 기술들을 대표하는 비행전자 디스플레이와 2개의 양 측면 조종장치 제공
- 사실적인 ATC 시설과 완벽하게 통합되어 시스템 차원의 연구환경 제공

주요 응용 연구

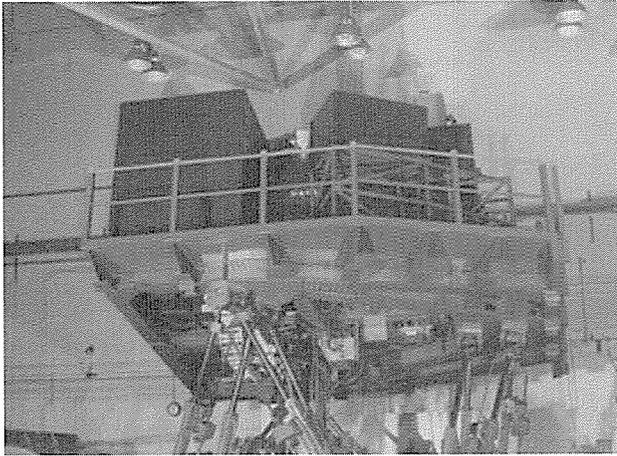
- 과제명: Cockpit Weather Information Needs (CWIN)
- CWIN은 실시간 또는 기록 데이터를 사용하여 조종석의 중앙 디스플레이에 전국 기상레이더 이미지, 지상 낙뢰, 지표 관측 등의 정보를 제공하는 그래픽 기상 시스템이다. 녹색-황-적 칼라 코딩 시스템은 레이더 반응의 밀도를 나타내며, 번개에 관한 보고는 황색점으로 나타낸다. 조종사는 CWIN과 터치스크린으로 대화한다.

• 목표:

- △악천후 회피 기동시 저 연료소모와 단 거리 비행을 위한 틀 제공
- △항로 결정시 디스패처(Dispatcher)와 조종승무원 간의 대화 능력 개선
- △비행 중 참조를 위한 기상정보기록의 제공
- △조종승무원과 디스패처의 실시간 기상 상황정보 파악시 요구되는 시간과 작업량을 감소시키기 위한 기상 틀 개발

아. Visual Motion Simulator (VMS)

VMS는 6자유도 공조식 운동판 위에 복좌 조종석이 탑재된 일반용 시뮬레이터로 수평 106(수직 36)의 창밖시계를 제공한다. 시뮬레이터의 운동감은 운동판의

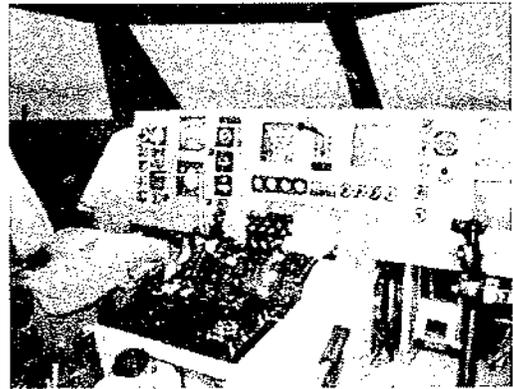


〈그림 7〉 Visual Motion Simulator

작용하는 연구를 지원한다. 주 계기판은 6개의 칼라 그래픽 전자 디스플레이를 포함한다. 조종석은 롤(Roll), 피치(Pitch), 요우(Yaw) 조종시 프로그램식 조타반력장치를 장착한다.

기능

- 차량 조종에 결정적으로 중요한 운동감을 조종사가 경험하도록 실감나는 비행 환경의 제공



〈그림 8〉 VMS 내부

6개 다리(유압식 구동장치)를 상대적으로 밀고 당기는 명령을 내리는 컴퓨터 알고리즘에 의해 생성되며 영상 장면은 Computer Generated Image (CGI) 시스템과 4개의 디스플레이 시스템에 의하여 전개된다.

VMS는 항공기나 우주선과 같은 다양한 유형 중 운동감이 결정적인 동기로

응용 연구

- 수송기, 전투기, 헬리콥터 등에 관한 연구로 National Aero-Space Plane (NASP), Personnel Launch System (PLS), and High-Speed Civil Transport (HSCT) 등을 포함
- Wake Vortices, High-Speed Turnoffs, Microwave Landing Systems, Energy Management, Noise Abatement, Multi-body Transports, Maneuvering Stability Flight Characteristics, Wind-shear Recovery

Guidance, Vortex Flaps, Stereo-graphic Displays 등과 관련된 연구

- 운동감의 생성과 유효성 등을 평가 하기 위한 시뮬레이션 기술 연구

주요 응용연구

- 과제명: High Speed Civil Transport (HSCT)
- HSCT는 1970년대 말의 초음속항속비행 연구를 위해 설계된 AST-105-1 항공기 모델 형상을 나타내며, 고도 50,000 ft에서 항속속도 마하 2.62로 273명의 승객을 수송하고자 계획되었다.
- 목표
 - △저속 고양력 비행시 공력성능 개량
 - △공항주변 소음문제 감소를 위한 고급이륙절차 탐사
 - △엔진 시동불발시의 승차감과 Flying Qualities 문제, 가속량, 각운동, 자동보상기법 등의 시험
 - △HCST형 항공기에 대한 Federal Aviation Administration (FAA)의 소음 인준과 공공/산업 비준 등에 관련한 주요 문제 지적

이상과 같이 NASA Langley 연구소의 시뮬레이션 기술 활용 현황에 대하여 살펴 보았다. 이처럼 항공우주기술 개발의 선두 주자인 NASA는 시뮬레이터와 시뮬레이션 기술을 적극 도입하여 그들의 기술 개발을 더욱 가속화하고 있다. 특히, Langley 연구소는 NASA Ames 연구소가 Space Shuttle 등 유인 우주선에 관한 연구를 위한 Vertical Simulator 등 우주기술 개발에 시뮬레이터를 집중적으로 활용하는 것과는 달리 항공기와 유인우주선 등에 고루 연구자원을 투입하고 있다. NASA Langley는 명실상부한 NASA의 시뮬레이션 기술 전초 기지이다.

[참고문헌]

<http://www.larc.nasa.gov>